

## Comunicación invitada

### **PRODUCTOS SÓLIDOS A PARTIR DE MADERA DE EUCALIPTOS CULTIVADOS,**

Martín Sánchez Acosta \*

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Estación Experimental  
CONCORDIA. Dirección: . c.c. 34 CP 3200 Concordia, Entre Ríos, Argentina

\*Autor para la correspondencia: [martinsa@concordia.com.ar](mailto:martinsa@concordia.com.ar)

Boletín del CIDEU 2: 103-117 (2006)  
ISSN 1885-5237

---

#### **Resumen**

Esta nota técnica hace un repaso de las posibles utilidades de la madera sólida de varias especies del género eucalipto, con especial énfasis en *E. grandis* por ser la más difundida en Sudamérica para usos sólidos. Analiza las especies más utilizadas en Argentina y distintos países y los usos que pueden dar un mayor valor añadido. El artículo se centra en la utilización de madera redonda la primera transformación mecánica (aserrado, debobinado y secado).

#### **Summary**

##### **Solid wood products from eucalypts plantations**

This technical note reviews the possible uses of solid wood from several Eucalyptus species. We analyse the species most frequently planted in Argentina and the most valuable wood products, with special emphasis in *E. grandis*. The paper is focused on round wood uses and first mechanical transformation (sawing, laminating, and drying processes)

## I. INTRODUCCION:

### Difusión del eucalipto en el mundo

Si bien existen más de 600 taxones del género *Eucalyptus* entre especies, variedades y formas botánicas, es muy reducido el número de especies que salieron de su lugar de origen (Australia) hacia el exterior para variadas utilizaciones (las comerciales no sobrepasan las 20). En general las primeras dispersiones fueron con interés botánico-ornamental, siendo los primeros, y más difundidos empleos industriales, los usos para generar energía y celulosa.

Al principio se buscó la adaptabilidad y el rápido crecimiento, comenzando luego a prestarse atención a sus características industriales. Tal vez es por ello que de las especies probadas en el mundo, las que mayor distribución y suceso han tenido son un pequeño grupo de especies entre las que se pueden citar como más emblemáticas a *E. camaldulensis* (*rostrata*), *E. tereticornis*, *E. urophylla*, *E. viminalis* (por su adaptabilidad), *E. grandis*, *E. saligna* y *E. nitens* (por su crecimiento), *E. globulus*, (por su aptitud industrial).

Si bien en Australia tradicionalmente han tenido variados empleos, siendo muy común para productos sólidos, algunas con muy alto valor como el *E. marginata* (Jarrah) y el *E. maculata*, las especies exportadas, en los inicios fueron empleadas con destino energético y celulósico por sus características, apareciendo en segunda instancia el uso en paneles reconstituidos.

Los eucaliptos para plantación se han distribuido principalmente en el hemisferio sur, pudiéndose contar como países plantadores de eucaliptos con cierta envergadura a India, Brasil, China, Sudáfrica, Zimbawe, España, Portugal, Uruguay, Argentina, Chile, Nueva Zelanda, pudiendo incluirse también a Australia,

### Problemas con la madera

Hacia fines del siglo pasado comienza a prestarse especial importancia a los empleos de estas especies para usos sólidos. Algunos

de los motivos son la disminución de las especies nativas, la necesidad de materia prima más homogénea, y el alto nivel de mejora genética alcanzado en algunas especies. Uno de los principales problemas que plantea esta transformación es que las especies plantadas no son las mejores para este fin, y la calidad de las plantaciones dejaban mucho que desear pues no habían sido concebidas con ese fin. Esto da como resultado un producto de calidad irregular para el industrial maderero, situación que todavía hoy subsiste. En estos últimos años existe una genética y silvicultura (figura 1) enfocada a la producción de productos sólidos, con cada vez mayor valor agregado.



**Figura 1: Eucalipto grandis mejorado en INTA Concordia, Argentina**

La falta de calidad de los árboles implantados también ha provocado cierta mala fama a su madera en varios países, ya que los consumidores lo tienen como una madera que siempre se raja y se mueve.

Al referirnos a madera de plantaciones prácticamente dejaremos de lado los eucaliptos de Australia. Si bien la base de la industrialización siempre tiene en cuenta la gran experiencia de este país, aunque las más de las veces se trate de otras especies, con árboles de más edad, y crecimientos menores.

### *Países con empleo de madera para productos sólidos*

Existen países, como Argentina, Uruguay, Brasil, Chile, Sudáfrica, donde desde la mitad del siglo pasado se producían variados

productos, en especial madera sólida para usos rural, postes y pisos. Sólo a partir de los años 90' que se generan tecnologías y producciones en escala comercial de productos de mayor valor. En este aspecto merece citarse la gran labor pionera del desaparecido instituto "Forestek" (CSIR) de Sudáfrica, donde se realizaron numerosas experiencias y estudios con miras a productos sólidos (aserrado, secado, encolados, etc).

### Especies

De las citadas como plantadas comercialmente, *E. grandis* y sus híbridos son tal vez las especies más cultivada con destino sólido por la versatilidad de su madera y principalmente su rápido crecimiento, que en varios sitios supera los 50 m<sup>3</sup>/ha/año. También se usa el complejo *E. camaldulensis* /*E. tereticornis* por su adaptabilidad y rusticidad.

Las especies comerciales más comunes se puede dividir según el color de duramen y peso en:

**Pesados (Oscuros-Colorados):** *E. camaldulensis* o rostrata, *E. tereticornis*,

**Semipesados (Rojizos):** *E. saligna*, *E. urophylla*

**Semipesados (Claros – Blancos):** *E. viminalis*, *E. globulus*, *E. maidenii*, *E. dunnii*.

**Livianos (Rosados):** *E. grandis*, *E. nitens*

Los eucaliptos de tipo "colorado" y los blancos semipesados, si bien son los más difíciles de trabajar por la variabilidad de los árboles, cuando se emplea el material genético adecuado y las tecnologías apropiadas, generan productos de alto valor. Poseen mejor acabado (figura 2), comparables a los obtenidos con especies nativas en usos decorativos (parquet, pisos, molduras, torneados, muebles, etc).

Los más livianos, como *E. grandis*, son más fáciles de trabajar, se obtienen mayores rendimientos, proporcionan una gama mayor de productos, pero que no poseen la dureza, la densidad y la resistencia de los mencionados en primer término.

En lo referido a especies para usos variados de madera sólida en Australia se citan las

nativas: *E. regnans*, *E. delegatensis*, *E. pilularis*, *E. obliqua*, *E. microcorys*, *E. marginata*, *E. coleziana*, *E. maculata*, *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. paniculata*, *E. resinifera*, y los conocidos *E. grandis* y *E. saligna*. (Flynn y Shield, 1999), siendo tal vez una de las más emblemáticas, y por ende más valiosa, el *E. marginata*, muy conocido como "jarrah".



Figura 2: suelo de eucalipto colorado

En lo referido a existencias actuales, evolución, usos y empresas que trabajan actualmente en el mundo con eucalipto, merece mencionarse los trabajos de Flynn y Shield (1999).

En la tabla 1 se detallan las propiedades salientes de los eucaliptos cultivados en Argentina.

Tabla 1: Peso específico (al 15% de humedad) y dureza (Janka) de los principales eucaliptos cultivados en Argentina. (Tinto, 1991)

Especies	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Dureza (kg/cm <sup>2</sup> )
<i>E. tereticornis</i>	0,950	836
<i>E. camaldulensis</i>	0,830	645
<i>E. globulus</i>	0,810	700
<i>E. viminalis</i>	0,700	700
<i>E. grandis</i>	0,480	451

Un aspecto interesante de los eucaliptos es que cuando se relaciona su resistencia físico-

mecánica, con su relativo bajo peso específico arrojan "cotas de resistencia" superiores a la de los pinos, y a las de muchas maderas nativas pesadas y semipesadas.

## II. INDUSTRIALIZACION DE MADERA SÓLIDA

### *Los usos sólidos*

*"el procesamiento del eucalipto como madera sólida prácticamente ha avanzado más en los últimos 15 años que en todo el siglo"*

Si bien se inició con fines celulósicos-energéticos, luego progresó hacia los tableros, postes y finalmente los productos sólidos. Lo vertiginoso del cambio se evidencia en el hecho que lo que se mostraba en la década del 80' como una curiosidad de productos factibles de realizar con eucaliptos (reprocesados, laminados, muebles, etc) ya en el 90' se comenzó en producción comercial, y en los 2000 ya se presentó en variados mercados, aunque siempre en pequeña escala

Los procesos de madera sólida los podemos dividir en tres tipos:

#### **1.- Madera redonda: rollizos- postes**

#### **2.- Transformación mecánica**

##### **a. Aserrado**

**b. Debobinado o desenrollo** (Corte rotativo)

**c. Faqueado** o chapa plana (Corte plano)

##### **d. Secado**

#### **3. Remanufacturas – productos de ingeniería.**

En este artículo se analizarán los dos primeros

##### **1. Madera redonda (Rollizos y postes)**

Llamamos madera redonda a aquella

generada directamente en el monte, que no tiene más que un trozado, conservando su forma cilíndrica original.

Estos productos resultan de mucho interés pues el eucalipto ha demostrado su versatilidad para producir una gama muy grande de productos, de gran utilidad, en especial en países de pocos recursos. Estos productos pueden ser obtenidos a partir de pequeñas plantaciones o cortinas, y en edades sumamente tempranas (también pueden ser obtenidos de prácticas silviculturales como el raleo/clareo de fustes o rebrotes).

La madera redonda (postes y rollizos) puede emplearse con o sin tratamiento de preservación según el producto y destino que se le dé. Las especies de rápido crecimiento en general son de baja durabilidad en contacto con el suelo, especialmente la albura, por lo que para su empleo como madera redonda para postes se deben preservar. Es conocido el hecho de que la mayoría de los durámenes de los eucaliptos son de muy difícil penetración por los líquidos, por lo que su durabilidad depende de la durabilidad natural del duramen y de la preservación de la albura.

Actualmente un conjunto de empresas e institutos de Argentina, Uruguay y España trabajan en el proyecto de investigación IBEROEKA, que estudia la durabilidad natural de los eucaliptos grandis y globulus. Los resultados preliminares indican que en la clasificación europea (de 1 a 5) realizada hasta el presente, estas especies habían sido injustamente ubicadas como de categoría 2, ya que los resultados muestran que puede llegar a alcanzar el grado 4.

Como uso alternativo se puede mencionar el mayor empleo de la madera redonda en tutores de plantas, espalderas de cultivos, juegos infantiles y ornamentos de paseos públicos (barandas, pasarelas, canteros, etc), como así también el incipiente uso en viviendas tipo cabañas de troncos y



construcciones rurales (galpones, invernáculos). En el NE de Argentina anualmente se procesan cerca de 7.000.000 de postes cortos, con destino al cultivo de la vid y espalderas de otros cultivos. Países que no poseen eucaliptos usan pino para estas finalidades, el cual se impregna en su totalidad.



**Figura 4: Empleos de madera redonda, postes largos**

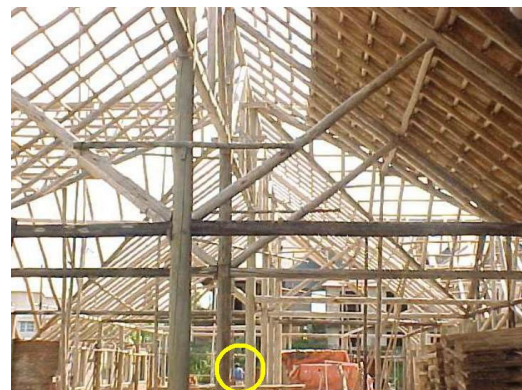
Un uso observado hace algunos años en Sudáfrica, y recientemente en Brasil, Argentina y Uruguay es la fabricación de muebles infantiles rústicos, especialmente los de jardín. Otro aspecto muy característico en Argentina es el empleo en arquitectura de techos y cabriadas.



**Figura 5: muebles de madera redonda en Brasil**

Cuando se elabora la madera redonda en el monte no debe quedar con corteza por el

posible ataque de taladros (*Phoracantha semipunctata*). En cuanto a la madera redonda, se produce una gama de productos de variadas dimensiones (tabla 2) directamente del monte, cosa que no es factible encontrar en otra especie. Se puede partir de grande troncos para ser destinados a cabañas, llegando hasta diámetros de casi 3 cm (tutores).



**Figura 6: Estructura de *E. grandis*, en un restaurante para 1000 personas. Colón, Argentina**

Tradicionalmente en Argentina se empleó la creosota como preservante, de los postes largos, y las sales tipo CCA (de Cromo - Cobre - Arsénico). Por el temor y duda a nuestro juicio injustificado) entre los usuarios sobre la toxicidad de la madera impregnada con CCA, se están generando cambios muy grandes en el empleo de productos preservantes.



**Figura 7: Gama de diámetros: tijeras, varas. rodrigones, tutores**

Tabla 2. Tipos de madera redonda de eucalipto producida en Argentina

Tipo de producto	Longitud (m)	Diámetro Cima (cm)	Uso - destino
<i>Rollizo para cabañas-juegos</i>	2 a 4	12 -18	Construcción cabañas –juegos, etc.
<i>Poste líneas aéreas</i>	7,5 a 9,0 hasta 15	12 - 16	Telefonía- electricidad -cables de video
<i>Poste mediano</i>	4,5	12	Puntales invernáculos/galpones/quinchos
<i>Poste corto</i>	3,0	10 -12	Laterales de invernáculos/galpones
<i>Poste de alambrado</i>	2,20 - 2,40	10 - 12	Alambrados
<i>Tijeras</i>	3 ,0 - 8,0	8 - 9	Estructura de techos galpones/quinchos
<i>Varas</i>	4,0 - 7,0	6 - 8	Atadores en techos, puntales altos
Rodrigones	2,45	5,5 - 9	Puntales en cultivos bajos (vid)
Tutores	1,0 - 2,0	3 - 5	Tutor de plantas menores, pérgolas

## 2. Transformación Mecánica

### a. Aserrado:

Es tal vez el destino industrial más importante como producto sólido, tanto por el consumo, como por la generación de mano de obra. Los eucaliptos colorados y blancos pesados se los asierra en piezas relativamente cortas para ser utilizados en pisos, parquet, pallets, tarimas, construcciones rurales, etc. En casos especiales se realizan molduras, marcos y torneados, pero su producción es pequeña.

*E. grandis* es el más utilizado, y su producción es de las mayores de maderas aserradas de Argentina, compitiendo con los pinos resinosos. El aserrado se realiza para la obtención de tablas y tirantes largos (más de 3 m de longitud) o para piezas cortas para cajonería, pallets, embalajes, etc.

Merece comentarse el caso del *E. globulus*, el cual es aserrado para la obtención de productos de calidad en España y Chile, en este último país está emergiendo como especie factible de aserrar el *E. nitens*.

### Materia prima

Es de fundamental importancia realizar las forestaciones con material genético de calidad y homogéneo. Por más tecnología que se disponga, poco se puede hacer cuando la materia prima no es de calidad. Esto se evidencia en las primeras forestaciones comerciales con presencia de plantas fuera de tipo e híbridos naturales, que suelen presentar problemas de fibra revirada, que da como resultado rajaduras y alabeos pronunciados en la madera aserrada.

Las anomalías de los rollizos pueden deberse a la madera en sí, a su falta de manejo o a su proceso de elaboración en monte. En relevamientos realizados por el INTA Concordia, la TEFOL y observaciones de Tinto (1991) en aserraderos de Argentina han detectado las siguientes anomalías:

*Muy frecuentes:* nudos muertos y vivos, grietas y rajaduras pequeñas en los cabezales.

*Medianamente frecuentes:* Especies fuera de tipo (híbridos), grietas y rajaduras medianas en cabezales, trozas con curvaturas, pequeñas

bolsas de kino, muñones de ramas, cabezales con extremos irregulares.

*Poco frecuentes*: Grietas y rajaduras grandes, costillas en la base, ataque de taladro (*Phoracanta*), grano espiralado, grietas superficiales, desgarros por corte, pudriciones aisladas, corazón blando, grandes bolsas de kino.

El defecto de corazón blando, sin llegar a ser el "brittle heart", se ha observado en plantaciones de gran edad (superior a los 16-17 años), no siendo problema en las plantaciones de edades usuales (10-13 años).

**Proceso de aserrado** : En general podemos distinguir:

a. **Aserrado de especies duras** (colorados y claros semipesados) para pisos y parquet.

b. **Aserrado de especies blandas** (*E. grandis/saligna*): que se puede dividir en

b.1 *para madera corta* (cajonería, embalajes, pallets) y

b.2 *para tablas y tirantes* largos (construcción, encofrados, machimbres).

#### **Aserrado de especies duras:**

Cuando el tipo de madera a obtener es de calidad (parquet y pisos), se emplean técnicas que reducen los problemas posteriores de tensiones. Los rollizos son de grandes diámetros debido a que se tratan de obtener piezas radiales (como en el corte al "cuarteo").

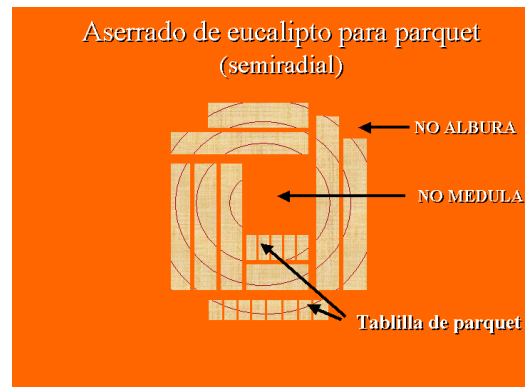
En este aspecto no se dispone de gran tecnología, sino que se continúan utilizando las tradicionales sierras de cinta de carro de grandes dimensiones. Cuando el producto a obtener es de bajo valor (varillas para alambrados, pallets, tarimas) se realiza el aserrado normal de desdoble empleado en maderas más blandas, con el que se logra mayor productividad.

El proceso de aserrado para parquet en Argentina se realiza con las especies *E.*

*globulus* y *E. camaldulensis*, pues permitieron la producción de material apto para la producción de pisos de madera (Sepiarsky com. Personal).

Para disminuir el rajado de la madera el método ideal es el transporte inmediato a aserradero. Otros métodos accesorios pueden ser la aspersión de las trozas para evitar rajado de extremos y la cobertura de los mismos con sustancias que retarden la evaporación, como brea, sustancias cerosas, parafinas, etc.

El aserrado se realiza habitualmente con sierras de carro vertical, obteniendo tablones que luego son reaserrados en sierras circulares múltiples, o sierras sin fin tableadoras, que permiten producir un 70% de material de corte semirradial. Este punto es importante ya que contribuye a mejorar la estabilidad de las piezas en obra. El proceso consiste en girar la tora obteniendo tablones que son atravesados por los anillos de crecimiento. Al reaserrarlos y obtener las tablas, se obtienen en corte semirradial.



**Figura 8: Corte semirradial para pisos**

El aserrado depende de variables como, presencia de albura visible en la madera (más importante en *camaldulensis* y *tereticornis*.), y tipo de subproductos a obtener. En general se tiende a la obtención de tablones de 25 x 125 mm que tienen mejores precios de mercado que el parquet de 12 o 18 mm.

Una vez obtenidos los tablones, son reaserrados y posteriormente se realiza el saneado de defectos de la madera (previo secado o no), como taladros, bolsas de quino, nudos, etc.

El secado consiste en un apilado de la madera verde con separadores (aconsejable a 30 cm de distancia) y posteriormente un oreado a la intemperie de dos a tres meses que permiten iniciar el proceso de secado en hornos. El secado para madera de 25 mm ronda los 10 días con temperaturas máximas de 60° C. En general se aconseja el empleo de vapor saturado durante el secado para reducir colapso.

Las normas UNI Italianas exigen 8-10 % de humedad para parquet y 10-12 % para entablonados. Para las condiciones locales, muchas veces con colocación sobre carpetas de cemento con humedad, y en plantas bajas, se aconseja 10-12%.

Debido a la variación tonal y los defectos existentes en las maderas, la clasificación es una etapa importante en la elaboración de parquet de eucalipto. En el mercado local se vende bajo las categorías: primera, vetado (con albura), y segunda (con nudos). Actualmente se están instalando cámaras para homogenización de color, mediante la aplicación de vapor.

Para entablonados, 20 x 75 mm o 20 x 100 mm se comercializan generalmente paquetes de 10-20 tablones con largos de 0.6 a 1,2 m.

#### **Aserrado de especies blandas.**

En Argentina es el destino más común, contando con más de 300 aserraderos. Los mayores poseen una capacidad de producción de unos 50.000 m<sup>3</sup> anuales (en dos turnos), luego se tiene una decena de aserraderos con capacidad de 15 -20.000, y la gran mayoría se ubica entre los que producen 3.000 a 6.000 m<sup>3</sup> por año (en un turno)

Antiguamente se utilizaron sierras alternativas (tipo frame), que fueron desplazadas por las sinfines dobles y circulares, por su mayor velocidad y facilidad de mantenimiento.

Debido a la peculiaridad de las tensiones en los eucaliptos tradicionalmente se trabaja con cortes simultáneos para la liberación simultánea de las mismas, siendo aconsejable que la pieza central resultante no sea menor a 2/3 del diámetro, tratando de obtener además piezas tangenciales libre de defectos (Shield y Roderik, 1995).

#### ***Aserrado de E. grandis para piezas cortas (cajonería-pallets- envases):***

Se utilizan rollizos con corteza de 8 a 30 cm de diámetro con 2,2 a 2,5 m de longitud. Además, se suele reprocesar "costaneros" provenientes del aserrado de tablas largas en otros aserraderos mayores, y algunos residuos del monte. En general son empresas familiares, con gran ocupación de mano de obra y bajo nivel tecnología con producciones diarias de 15 a 20 m<sup>3</sup>/día.

El sistema de corte se basa en un primer corte simultáneo con mellizas sin fin, o con sierras sinfines directamente (con filos simples o dobles, y diámetros de volante de 700 a 1100 mm), para luego ser desdobladas en sistema "carrusel" o "calesita" con sierras sinfines de mesa. El despuntado se realiza con sierras circulares de péndulo o con circulares múltiples de mesa.

Se obtienen mayores rendimientos que en el aserrado para tablas largas (0,47-0,57 m<sup>3</sup> por tonelada de rollizo ingresada, densidad de 900 kg/m<sup>3</sup>), pues los productos son de cortas dimensiones y espesores por lo que se aprovechan los costaneros y se utilizan otros desperdicios.

En el caso de tablas para pallets, al ser tablas un poco más largas y medidas más estrictas, la productividad disminuye respecto del aserrado tradicional. Este ha sido un producto



de exportación en el inicio de los 90' (principalmente a Europa).

### ***Aserrado de E. grandis para tablas y tirantes largos:***

Se utiliza normalmente rollizos con corteza de diámetros entre 14 cm en punta fina, hasta 35-40 cm, con una media de 25-30 cm (en contados casos se llega hasta 60-70 cm), con largos de 3,5 a 4,5m

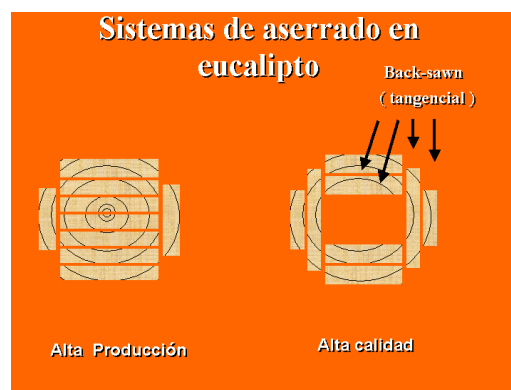
Usualmente no se realiza una clasificación por diámetros, aunque algunas empresas ya han instalado clasificadores por medición láser.

La madera utilizada es verde, tratándose que no pasen más de 24 hs entre el apeo y el aserrado, para disminuir problemas de rajaduras (en especial en el verano). El porcentaje de humedad suele superar el 110 % respecto a peso seco,

Se prefieren los cortes simultáneos para lograr una liberación pareja de las tensiones, por lo que se suelen emplear sierras sinfines dobles en la entrada, y sierras sinfines o circulares múltiples para el desdoble posterior (tableado), el despunte se realiza con sierras simples circulares de péndulo, en mesas automáticas, o bien se despunta el conjunto de madera aserrada fuera del aserradero.

Debido a que se trabaja para madera de obra (construcción) de bajo valor se trata de tener sistemas de mayor productividad. Básicamente se sacan 2 costaneros en el primer corte, luego un 3° costanero (o no), y la pieza central resultante (pan) se desdobra con cortes paralelos. De esta forma se obtienen tablas tangenciales, semitangenciales, y radiales en menor medida. Los costaneros son reaserrados con el fin de obtener tablas o tirantes de menor medida. Cuando se trabaja con madera libre de nudos se recomienda obtener tablas paralelas al costanero (back-saw) dado que en la zona periférica se encuentra la madera

más limpia (clear). Además esto hace que las piezas que se produzcan (tangenciales) no tengan deformaciones de tipo "arqueadura" (difícil de corregir), sino que se podrá producir el "combado", el cual es corregible, en cierta medida, durante el secado apilando la madera con la comba hacia abajo (Shield y Roderik, 1995).



**Figura 9: sistemas de corte de alta producción y alta calidad**

Productos: En el aserrado de piezas largas (más de 3 m) los productos usualmente son de 25 mm de espesor y de 25 hasta 400 mm de ancho, siendo los más comunes entre 75 y 150 mm.

En la zona de Entre Ríos, para aserrado de tablas, se suelen citar valores de rendimiento de 0,40 a 0,50 m<sup>3</sup> de tabla por tonelada de rollizo ingresada (30 y 48 %). Tinto (1991), cita para E. grandis en un sistema medianamente eficiente los siguientes rendimientos:

**Tabla 3: Rendimientos en aserrado de E. Grandis**

<b>Rendimientos en aserrado</b>	<b>Porcentaje</b>
Madera aserrada (tablas-tirantes)	41 %
Aserrín	11 %
Corteza	10 %
Despunte - recortes	12 %
Costaneros	26 %
Total	100 %

### ***La poda y los nudos***

Uno de los puntos cruciales para productos sólidos es la ausencia de nudos muertos, que se consigue con la poda, dejando un corazón nudo menor a 10 cm. En un estudio realizado por el INTA, (Gironelli, com.pers.) en aserrado de tablas para cajones provenientes de árboles con y sin poda se comprobó que los árboles podados proporcionaban entre un 55 y un 78 % de las tablas libres de nudos (según la altura de poda: 3,5 o 4,5 m) mientras que los árboles no podados sólo un 32%.

### ***Comercialización:***

La madera aserrada de eucalipto generalmente se comercializa verde, y sin ningún estándar de calidad. Se la divide en madera corta (menos de 2,3 m de longitud) y larga de 2,3 a 4,6 m.

### **b. Debobinado**

#### **Para tablas:**

Desde hace tiempo se realiza el debobinado rústico de *E. grandis* para la elaboración de tablas para cajones cosidos con alambre (tablas de 4 a 6 mm).

#### ***Para tableros compensados y láminas***

Es un uso relativamente nuevo. La disminución de diámetros en el mercado de las nativas, y hasta la merma en las especies, hace que la laminación de cultivadas sea una de las opciones más factibles para el futuro.

En 1997 se inauguró la fábrica Forestadora Tapebicuá en Corrientes, Argentina, que utiliza principalmente *E. grandis*. Es la planta de mayor importancia en laminación de eucaliptos del mundo. Se elaboran multilaminados fenólicos y ureicos, con las variantes de tableros Film face y Overlay MDO, siendo también la mayor productora de MDO de eucalipto a nivel internacional.

Si bien esta industria tradicionalmente requiere grandes diámetros, los industriales manifiestan que con madera de eucalipto

(bien cilíndrica) es rentable trabajar con toras con 30 cm de diámetro mínimo, pudiendo llegarse a 25 cm con buena tecnología y madera podada (Henn, 1994).

### ***Proceso***

*Materia prima:* *Eucalyptus grandis* (material mejorado por forma)

*Cocción:* Cuando se realiza, las trozas se cocinan durante aprox. 48 horas, a 50 °C., utilizando agua tipo ducha, no como vapor ya que es muy violento.

Es posible debobinar madera sin tratar (no es aconsejable), pero debe ser muy fresca. La madera cocida debe procesarse cuanto antes para evitar que pierda temperatura.

Como tratamiento ideal es aconsejable tratar el rollo en pileta (inmersión) a 70 a 85 °C, para luego dimensionar y despuntar (sanear las grietas) a fin de obtener una excelente superficie de lámina.

*El Debobinado* se realiza en tornos. Primeramente se efectúa el centrado del rollizo, después es depositado en el torno. Se lamina con un ángulo de cuchilla de 21° ángulo de contracuchilla 56 ° para la obtención de espesores de 1,50 mm (caras), 2,25 mm (caras/interiores) y 2,75 mm interiores

*Para el secado de láminas* se emplea un secadero de rolos con intercambiadores a vapor, que posee un largo de cámara de 30 m, siendo la velocidad de secado para un espesor medio 5 m/min (6 min tiempo de secado), Las condiciones de la cámara son: 180 °C de temperatura, 100 % de humedad de entrada, 6 %de humedad final y entrada a encoladoras con 8 %. La máxima humedad para pegado es 10% (fenólico, PF) y 12 %, (urea formaldehído, UF) con una contracción 8%

El Juntado de porciones de láminas se realiza después del corte a escuadra en guillotina y se junta en una juntadora de

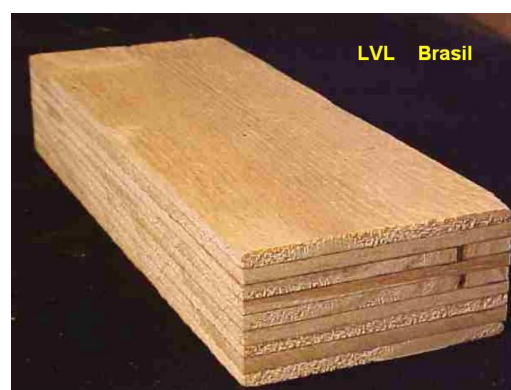
hilos termofundentes de sentido transversal al sentido de crecimiento.

La cantidad de cola empleada es de 200 g/m<sup>2</sup> para PF y UF, El prensado se efectúa a una presión específica 14 kg/cm<sup>2</sup> y a una temperatura de 125 °C durante un tiempo de unos 14 minutos. El Masillado se realiza en caliente, a la salida de prensa, para que fragüe la masilla poliéster, luego la línea no necesita tiempos de estacionamiento. Y el *escuadrado* a 2440 mm x 1220 mm se hace con sierras circulares con placas de bisel trapezoidal. El grano utilizado para el lijado va de 40 a 100 según el producto, Dando un desperdicio por lijado 3-5%

Finalmente se clasifica en Grados I, II, III y IV. La calidad I es difícil de obtener debido a que todavía no se dispone de madera podada en cantidad. La calidad II se destina para usos en interiores colas UF(ureicos), las calidades III y IV se destinan para un uso estructural, las que generalmente son de tipo PF (fenólicos), para encofrados.

**Para LVL :** (Laminated lumbré veneer)

El desarrollo de este producto está íntimamente ligado a su empleo en construcción de viviendas de madera, por lo que aún no tiene gran desarrollo en Sudamérica. Desde hace unos años en Brasil la empresa Boise Cascade lamina eucalipto con este fin, pero el producto es elaborado en los EUA.



**Figura 10: tablero LVL de eucalipto**

Ensayos de laminados realizados por la empresa HENTER han proporcionado un rendimiento en láminas de 0,343 m<sup>3</sup>/tonelada. Con un 5-6% de caras buenas, debido a la falta de madera podada.

En 1991 se realizó una prueba comparativa con *grandis* (124 toneladas) podados y sin podar, pese a que los podados tenían diámetros algo menores se obtuvieron los resultados de la tabla 4:

**Tabla 4: prueba comparativa con E. grandis**

Árboles	Rinde en láminas	Rinde de "caras"
podados	48 %	18%
sin podar	42 %	5 %

En un ensayo realizado por el INTA Concordia para la obtención de tablas para cajonería por debobinado, comparando árboles podados y sin podar, se obtuvieron los valores de la tabla 5

**Tabla 5: Rendimiento de tablas laminadas con madera de eucalipto con y sin poda**

tratamiento	total de tablas	tablas buenas / rinde	comparación % con testigo
Testigo sin poda	877	259 (30%)	—
Árboles podados hasta 3,5 m de h	1.050	674 (64%)	+ 113 %
Árboles podados hasta 4,5 m de h	1.031	813 (79%)	+ 163 %

Nota: se toma base 100 al testigo.

Pruebas realizadas en CITEMA (Centro de Investigación y desarrollo de la industria de la madera-Argentina), debobinando en verde y aplicando calor, muestran la conveniencia de cocinar los rollizos para obtener piezas más lisas cuando el producto que se busca es de mayor calidad. El debobinado en verde arrojó láminas con "pelusa" rugosa, por lo que solo puede aconsejarse para destinos rústicos (cajones, embalajes, encofrados, etc).

Con carácter expeditivo se debobinó un árbol de 6 años de edad de *E. dunnii*, que arrojó un rendimiento en lámina de 39,8% (Henn, 1994)

Se han realizado pruebas comparativas en 1985 de distintos sistemas de debobinado con *E. grandis* (excéntrico paralelo y excéntrico cruzado), observándose que pueden obtenerse diseños muy interesantes, especialmente el floreado, jaspeado y acaobado, lo cual podrá ser de utilidad para la obtención de láminas decorativas (Sánchez Acosta, 1995a).

Merece destacarse la aptitud para el debobinado del *Eucalyptus globulus*, el cual es empleado para tal fin en la Península Ibérica, obteniéndose tableros de mayor densidad.

Un aspecto interesante a mencionar es que el veteado obtenido con los eucaliptos se asemeja al de numerosas nativas latifoliadas, diferenciándose de las coníferas, cuyo veteado no es muy buscado.

Con madera proveniente de bosques nativos se citan con aptitud al laminado: *E. deglupta*, *E. diversicolor*, *E. obliqua*, *E. maculata*, *E. regnans*, *E. delegatensis*, *E. viminalis* y *E. grandis* (Henn, 1994).

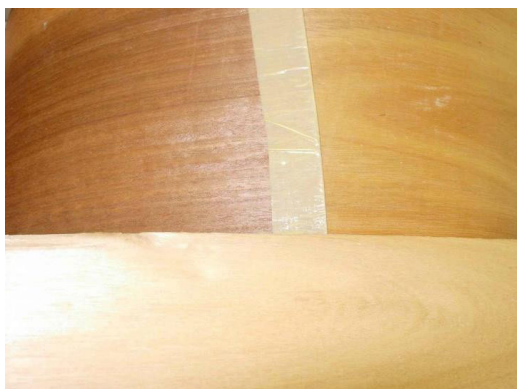
### **c. Faqueado: (corte plano)**

Para la elaboración de tablas existen máquinas de faqueado para producir tablas de cajonería, siendo normalmente pequeñas de tipo vertical. Se procesan troncos pequeños, en verde, con dos caras canteadas en una sierra. Se obtienen tablillas de poco espesor, de superficie rústica, que se destinan generalmente a cajonería. Su principal ventaja es el mayor rendimiento y limpieza por no generar serrín.

En Argentina se producen en forma esporádica Para chapas decorativas debido a la falta de materia prima de grandes diámetros libre de nudos.

Los eucaliptos colorados y algunos híbridos además de los claros-pesados ofrecen productos de muy buen valor, que generalmente se comercializan con otros nombres de fantasía "cedro pampeano", "cedrillo", "cerezo", etc, a excepción del *Eucalyptus globulus* que tiene reconocimiento como tal, debiendo destacarse los excelentes resultados que se obtienen en Chile.

Pruebas expeditivas con *E. grandis*, *saligna* y *dunnii*, muestran que el *E. grandis* posee la mejor aptitud para este proceso, en el que se pueden obtener variados diseños, dependiendo del grano, pero son menos decorativas y con textura inferior que las de los colorados y los híbridos. Respecto del *E. dunnii* resulta interesante su potencial en el laminado para reemplazar al tradicional, y cada vez más escaso "guatambú blanco" (*Balfourodendron riedelianum*), o al Pau Marfim de Brasil, aunque resta investigar más sobre su comportamiento respecto de las rajaduras y colapso.



**Figura 11: chapas por faqueado de *E. globulus*, *E grandis* e híbridos**

#### **d. SECADO**

En Argentina se seca madera de eucalipto desde hace varios años, pero principalmente fue para la elaboración de pisos (maderas más pesadas) y con métodos casi artesanales.

En cuanto al secado al aire libre es ampliamente utilizado para la elaboración de machimbres, y madera que se va utilizar en mueblería. Estudios realizados en Concordia, figura 13, muestran curvas de secado diferentes para los distintos espesores.

Hoy día interesa cada vez más el secado de *E. grandis* por ser la más abundante y con mejor perspectiva de producción en escala. Algunas empresas en Argentina, Brasil y Uruguay ya están realizando el secado en hornos con los sistemas tradicionales de secado, cámaras con aire húmedo y ventilación forzada, con temperaturas que no superan los 70° C, y en lo posible con vaporización para recuperación del colapso. En Brasil ya hay instalados en la CAF secaderos solares, de plástico, trabajando con *E. grandis*.

Asimismo algunas empresas ya están incorporando el proceso de homogeneización de color con vapor de agua, con el que se igualan en parte las diferencias entre albura y duramen (se oscurecen) y además actúa como preventivo o disimulando la mancha gris del secado. Un caso aparte es *E. globulus*, especie que requiere de cuidados muy

particulares y secados muy lentos. En Chile y España se seca esta especie siendo frecuente el rociado con agua previo y posterior al secado.

La madera seca y estabilizada es la base para realizar una gama variada de productos como productos remanufacturados, de ingeniería, machimbres, pisos, parquets, torneados, moldurados, muebles, etc



**Figura 12: madera común y madera homogeneizada**

#### **IV. CONSIDERACIONES:**

Debido a lo novedoso de la utilización de la madera maciza de eucalipto resulta importante recurrir a la experiencia de países con tradición, como así también a los pequeños productores, carpinteros y artesanos que desde hace tiempo trabajan estas maderas.

Dada la situación actual, la estrategia a seguir deberá contemplar: Mejorar la calidad genética de los montes, su manejo silvicultural, aprovechar mejor la madera



industrialmente (subproductos y residuos), y obtener alternativas y productos de mayor valor agregado

### Agradecimientos

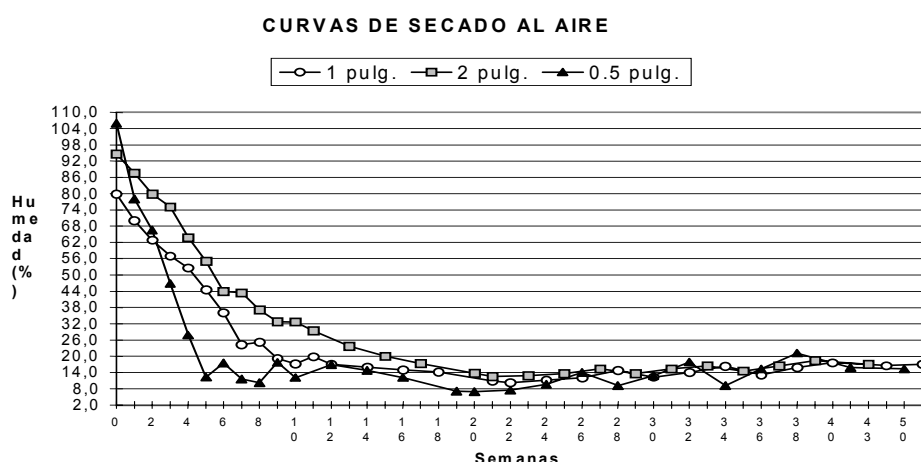
En forma general a todas las personas y empresas e instituciones que permanentemente prestan su colaboración y trabajan para avanzar en el conocimiento y aplicación de la madera de eucalipto, los que en cierta manera han permitido la realización del presente escrito.

Con el riesgo de olvidarnos de algunos nombres, igualmente se quiere agradecer a los colegas de otros países con los que continuamente hemos intercambiado información y opiniones

Vaya el reconocimiento a: Osmani Waldrigues, Valmir Calori, Ronaldo Sella, Graciela Bolzón de Muniz, Erich Schaitza, José Carlos, Amantino Ramos de Freitas, Reinaldo Herrero Ponce, Ivaldo Jankowsky, José Brito, y Leonel Freitas Menezes, Edvá Oliveira Brito, Edgard Mantilla, Claudio Obino, Joao Petró, José Lauro de Quadros, Vasco Flandoli, Tarciso Lima, José Gabriel Lelles, Manoel de Freitas, Rozyrmar

Campos, Ana Márcia Carvalho, José T. Da Silva Oliveira, Hernando Lara Palma, de Brasil, Iván Luengo Mendoza y Leonardo Zamorano, Prof. Sánchez, Javier González, Javier Muñoz, de Chile, Javier Otegui, Alberto Fossati, Eduardo Van Hoff, Carlos Faroppa, Luis Sancho, Atilio Ligrone, Luis Artola, Alvaro Pérez del Castillo, Hugo O'Neill, Raúl De Castro, Silvia Bottig, Carlos Mantero, Martín Bocage, Profesores Reinaldo Tuset, y Krall, de Uruguay, Evan Shield, David Gough, Gary Waugh, de Australia, Oscar Bupo, Graham Slater, Francis Malan, Pëter Stohr, Vermaas, de Sudáfrica, Luis Gea y Tony Haslett de Nueva Zelanda, Manuel Rodas de Paraguay; Manuel Touzas, Carlos Basso y Luis Ortiz de España, y a los colegas y empresas de Argentina, imposibles de enumerar, los que han colaborado permitiendo visitas, y que han generado, o brindado, información empleada como sustento en el presente trabajo, o que simplemente en algún momento han compartido un ameno momento conversando sobre eucaliptos.

Figura 13 . Secado al aire libre de tablas de *E. grandis* de distintos espesores



Fuente: Sánchez Acosta *et al*, 1997

## Referencias Bibliográficas

- Flynn, R; Shield, E. 1999. "Eucalyptus: progress in higher value utilization. A global Review". Robert Flynn & Associates Economic Forestry Associates, WA 98466, USA.
- Henn, L. 1994. El laminado de madera de eucaliptos. XI Jornadas Forestales de Entre Ríos. pp ii1..ii11. Concordia.
- Menezes Da Costa, E. 1996. A madeira do eucalipto na industria moveleira. IV Semader 75-90 pp. Curitiba. Brasil
- Oliveira Viana, L. 1996. Experiencias do SENAI-CTMAN. IV Semader, 119-130 pp. Curitiba. Brasil.
- Sánchez Acosta, M. 1990. Caracterización y utilización de la madera de E. grandis. V Jornadas Forestales, E.R. 83-93 pp. Concordia, Argentina.
- Sánchez Acosta, M. 1995a, Experiencia Argentina en la utilización del eucalipto. Seminario internacional de utilización da madeira de eucalipto para serraria, 1995. Sao Paulo, Brasil. Anais Sao Paulo: IPEF/IPT, 74-91 pp.
- Sánchez Acosta, M. 1995b. Eficiencia y calidad en aserrado de madera de eucalipto, 1995. IV Simposio Flor. Do Rio Grande do Sul. 67-86 pp Porto Alegre, Brasil
- Sánchez Acosta, M. 1996. Tecnología para usos de la madera de eucalipto en Argentina. IV Semader 29-52 pp. Curitiba, Brasil
- Sánchez Acosta, M. 1999a. " Experiencia Argentina en la producción y utilización de la madera de eucalipto, panorama a 1999. Vicosa, Brasil.
- Sánchez Acosta, M. 1999b Tecnología de la madera de eucalipto en el Mercosur y otros países. Jornadas Forestales de ER. Concordia, Argentina.
- Sánchez Acosta, M., Sepiarsky, F. 2005. Tecnología de la madera de eucaliptos colorados-propiedades-usos –posibilidades. Jornadas Forestales de Santiago del Estero, Argentina.
- Sánchez Acosta, M. et al. 2005. Propiedades físico mecánicas de la madera de Eucalyptus grandis de las procedencias genéticas: Kendall (Australia), Huerto semillero de Sudáfrica y semilla local Concordia, plantadas comercialmente en Argentina. Congreso Mundial IUFRO. 2005. Brisbane-Australia
- Shield, E. 1995. Plantation on grown eucalypts. Utilization for lumber and rotary veneers. Primary conversion. Report. Seminario internacional de utilización da madeira de eucalipto para serraria. Sao Paulo,Brasil.
- Tinto, J.C. 1991. Características y aserrado de rollizos de E. grandis. VI Jornadas Forestales de Entre Ríos. 27-41 pp. Concordia, Argentina.